

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-011727  
(43)Date of publication of application : 21.01.1991

(51)Int.CI.

H01L 21/20  
H01L 21/263

(21)Application number : 01-146969  
(22)Date of filing : 09.06.1989

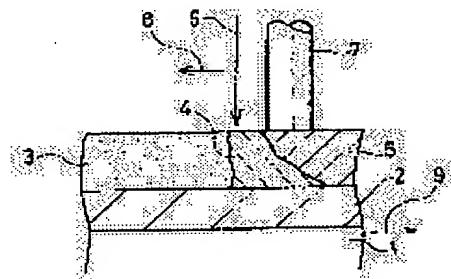
(71)Applicant : RICOH CO LTD  
(72)Inventor : MAARI KOUICHI

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable a single crystal thin film in large space to be formed by a method wherein, during the melt-down recrystallization process by irradiating energy beams, the single crystal thin film is irradiated with the heating beams from the surface side and slightly later a cooling down fluid is blown against the thin film.

**CONSTITUTION:** A silicon oxide film 2 around 1μm thick is formed on the surface of a single crystal silicon substrate 1. Then, a polycrystal silicon thin film 3 around 5000&angst; thick is deposited on the film 2 by pressure reduced CVD process. Next, the thin film 3 is irradiated with argon ion laser beams 6 and slightly later nitrogen gas 7 in scanning mode throttled in beam state is blown against the thin film 3. The scanning process may be performed either by moving the beams 6, 7 in the arrow 8 direction or moving the substrate 1 in the arrow 9 direction with the beams 6, 7 fixed on specific points. The irradiated part 4, after melting down, becomes a single crystal silicon thin film 5 when it is cooled down by the beams 7. As for the cooling down fluid, various gases are applicable enabling even a dielectric film, etc., to be formed on the thin film 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑪公開特許公報 (A) 平3-11727

⑫Int. Cl. 5

H 01 L 21/20  
21/263

識別記号

府内整理番号

7739-5F

⑬公開 平成3年(1991)1月21日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑭発明の名称 半導体薄膜の製造方法

⑮特 願 平1-146969

⑯出 願 平1(1989)6月9日

⑰発明者 真有 浩一 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑱出願人 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

⑲代理人 弁理士 野口 篤雄

## 明細書

## 1. 発明の名称

半導体薄膜の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 多結晶又は非品質の半導体薄膜にエネルギー ビームを照射して溶融させ、その溶融部分を移動させるとともに、薄膜構造表面でエネルギー ビーム照射中の部分又はエネルギー ビーム照射から僅かに遅れた部分に冷却用液体を吹きつける半導体薄膜の製造方法。

(2) 冷却用液体はO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>及び不活性ガスのうちのいずれかのガス又はそれらを含んだガスである請求項1に記載の半導体薄膜の製造方法。

(3) 冷却用液体は前記半導体薄膜の構成元素を含む請求項1に記載の半導体薄膜の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は半導体集積回路装置を製造する半導体薄膜であって、一般にSOI (Silicon On

Insulator) 構造と称される構造の半導体薄膜を製造する方法に関し、特に再結晶化法と称される方法に関するものである。

本発明の半導体基板は高集積LSI、高耐圧デバイス、耐放射線デバイス、三次元集積回路など多くの分野で利用することができる。

成長させる半導体薄膜がシリコン以外に、例えばGaAsなどの化合物半導体であっても一般にはSOI構造と称されているように、本発明でも成長させる半導体薄膜はシリコンに限定されない。(従来の技術)

SOI構造形成技術には、再結晶化法、エピタキシャル成長法、絶縁層埋込み法、張り合せ法などがある。SOI構造形成技術の全般的な説明は「SOI構造形成技術」(産業図書株式会社発行、昭和62年)に詳しく述べられている。

再結晶化法のうち、レーザビーム再結晶化法では、絶縁膜などの下地上に形成した多結晶又は非品質の膜をレーザビームのエネルギーで熔融し、その溶融部分を移動させながら結晶成長を行なわ

せる。

レーザビーム照射による多結晶又は非晶質の膜内の温度分布を改善して単結晶膜を得るために次のような試みがなされている。

(a) 光学系を改善し、又は複数のレーザ光源を用いることによってレーザビームのスポット内の温度分布を改善する方法。

(b) 試料膜表面に反射防止膜や光吸収膜を設け、入射するレーザビームの吸収を変化させて温度分布を改善する方法。

(c) 試料の構造を変化させることにより場所的な熱放散を変化させて温度分布を改善する方法。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、これらの方法によっても部分的な単結晶は得られるが、大面積の単結晶を得るには至っていない。

本発明は、簡単なプロセスで大面積の単結晶膜を得ることのできる方法を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

いる。そこで、本発明により表面側に冷却用流体を吹きつけることによって、溶融部分の冷却を速めて単結晶化を促進する。

冷却用流体は気体又は液体であるが、気体の場合は目的に応じて種々のものを用いることができる。溶融再結晶化させようとする半導体薄膜が多結晶シリコン又は非晶質シリコンである場合に、冷却用流体として酸素を用いると形成される単結晶薄膜の表面がシリコン酸化膜で被われた状態となり、単結晶薄膜の表面に絶縁膜を必要とする場合には絶縁膜を形成する工程を1つ省略することができて好都合である。冷却用流体として窒素又はアンモニアを用いるときは形成される単結晶薄膜の表面にシリコン酸化膜が形成され、この場合も絶縁膜形成工程を1つ省略することができる。

単結晶化させようとする半導体薄膜が $GaAs$ である場合には、 $As$ が蒸発するのを防ぐために、冷却用流体に $As$ を含むガスを用いると良好な $GaAs$ 単結晶薄膜を形成することができる。

(実施例)

本発明では、多結晶又は非晶質の半導体薄膜にエネルギーを照射して溶融させ、その溶融部分を移動させるとともに、薄膜構造表面でエネルギーを照射中の部分又はエネルギーを照射から僅かに遅れた部分に冷却用流体を吹き付ける。

冷却用流体としては、例えば $O_2$ 、 $N_2$ 、 $NH_3$ 及び不活性ガスのうちのいずれかのガス若しくはそれらを含んだガス、又は単結晶化させようとする半導体薄膜の構成元素を含むガスである。

照射するエネルギーは、レーザービームその他の光ビーム、電子ビーム、熱線などの形で与える。

(作用)

半導体薄膜にレーザービームなどのエネルギーを照射し、移動させると、照射された部分が溶融し、その後冷却するときに単結晶化が行なわれるが、一般には薄膜構造の表面側は気体に接触し、裏面側には半導体ウエハなどが存在するため、表面側は裏面側よりも冷却されにくく、このことが良好な単結晶の成長を妨げる一因になって

第1回は一実施例を表わす。

1は単結晶シリコン基板であり、その表面に厚さが $1\mu m$ 程度のシリコン酸化膜2を形成する。シリコン酸化膜2は熱酸化又は減圧CVD法により形成することができる。三次元ICを製造する場合には、シリコン基板1に半導体素子がすでに形成されている。

シリコン酸化膜2上に減圧CVD法により多結晶シリコン薄膜3を約 $5000\text{ \AA}$ の厚さに堆積する。

多結晶シリコン薄膜3を単結晶シリコン薄膜に成長させるために、アルゴンイオンレーザービーム6を多結晶シリコン薄膜3に照射して走査し、レーザービーム6の照射にやや遅れて窒素ガス7をビーム状に絞って走査しながら吹き付ける。レーザービーム6と窒素ガスビーム7を走査するには、レーザービーム6と窒素ガスビーム7を同時に矢印8方向に移動させてもよく、又はレーザービーム6と窒素ガスビーム7を固定しておき、基板1を矢印9で示される方向に移動させてもよい。

レーザービーム6の照射条件は、例えば照射パワー2W、ビーム径10μm、走査速度2cm/秒であり、窒素ガスビーム7の照射条件は、例えばその温度は室温よりも10°C程度低めであり、ビーム径1mm、走査速度はレーザービーム6と同じ2cm/秒である。しかしながら、レーザービーム6や窒素ガスビーム7の照射条件、レーザーの種類などは実験的に最適なものに設定すればよい。

多結晶シリコン薄膜3にレーザービーム6が照射されると、照射部分が溶融する。溶融部分4が溶融後に窒素ガスビーム7で冷却されることによって単結晶シリコン薄膜5になる。

冷却用ガスとして窒素ガスを吹きつけると、形成される単結晶薄膜5の表面に窒化シリコン膜が形成される。

第1図の方法は種々に変形することができる。例えば、多結晶シリコン薄膜3上にシリコン酸化膜やシリコン窒化膜などの誘電体膜を形成して熱伝導性を調整するようにしてもよい。多結晶シリ

蒸気圧が低いときは蒸発によって母材料が損失したり、Asが抜けてGa液滴が発生する。そこで、GaAsの場合冷却用ガス15の圧力を高くしたり、又は冷却用ガス15にAsを含ませることによって母材料損失やAs蒸発を防止することができる。

第3図の場合もレーザービーム6を走査しながら照射し、少し遅れて冷却用ガスビーム15を走査しながら吹きつけることによって、溶融部分13が冷却されて単結晶GaAs薄膜14が形成される。

半導体薄膜がレーザービームなどのエネルギー ビームによって溶融され、冷却されて再結晶化する際に結晶成長の種を形成するのに好都合なガスを含んだものとすることもできる。

冷却用流体としては実施例ではガスを用いているが、液体窒素や液体酸素など、液状のものを吹きつけてもよい。

本発明では薄膜構造の表面から強制的に冷却するため、下地の結晶の影響を受けずに溶融再結晶

コン薄膜3の下層のシリコン酸化膜2に代えてシリコン窒化膜などの誘電体膜を設けてもよい。多結晶シリコン薄膜3の膜厚は形成しようとする単結晶薄膜の膜厚に応じて設定すればよい。

冷却用ガス7としてアンモニアガスを用いるときも、得られた単結晶薄膜の表面にシリコン窒化膜が形成される。

冷却用ガス7としてヘリウムやアルゴンなどの不活性ガスを用いることもできる。

第2図は冷却用ガスとして酸化性ガスを用いた実施例を表わしている。

冷却用ガスとして酸素だけのガス又は不活性ガスに酸素を含んだガス10を吹きつけることにより、得られる単結晶シリコン薄膜5の表面にシリコン酸化膜11を形成することができる。

第3図は単結晶化しようとする半導体薄膜としてGaAs薄膜を用いた実施例を表わしている。

シリコン基板1上にシリコン酸化膜2を形成し、その上に多結晶GaAs薄膜12を形成する。

GaAsの場合、その溶融部分と接するガスの

化させることができる。また、そのため、後に製造するデバイス構造のことを考えて、例えば多結晶シリコン薄膜3の下に部分的に高融点金属などの導電層を形成しておいてもよい。

#### (発明の効果)

本発明ではレーザービームなどのエネルギー ビームを照射する溶融再結晶化法において、表面側から冷却用流体を吹きつけることによって大面積の単結晶薄膜を形成することができる。これにより、三次元集積回路装置などの実現が可能となる。

冷却用流体としてガスを用いるときは、ガスの種類、温度、圧力などは容易に変化させることができ、形成される半導体薄膜を最適化するのが容易である。

#### 4. 図面の簡単な説明

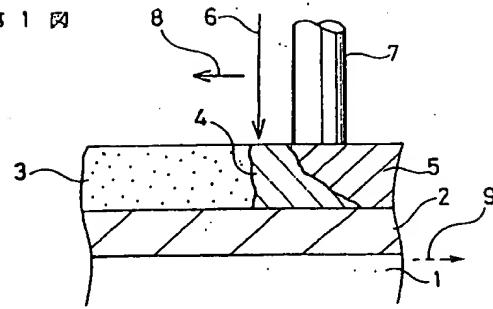
第1図、第2図及び第3図はそれぞれ実施例を示す断面図である。

1……シリコン基板、2……シリコン酸化膜、3……多結晶シリコン薄膜、4……溶融部分、5……単結晶シリコン薄膜、6……レーザービーム、

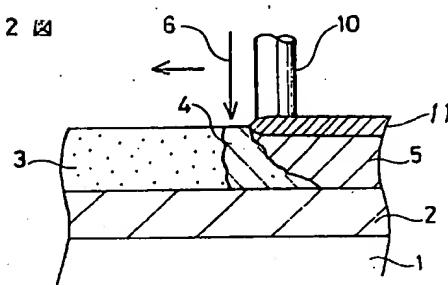
7 ……冷却用窒素ガス、10 ……酸素を含んだ冷却用ガス、12 ……多結晶 GaAs 薄膜、13 ……溶融部分、14 ……単結晶 GaAs 薄膜、15 ……As を含んだ冷却用ガス。

特許出願人 株式会社リコー  
代理人 弁理士 野口繁雄

第1図



第2図



第3図

